اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on
Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

ارزیابی امکان برآورد سطح مقطع برابر سینه درختان توده‌های راش جنگل‌های شمال ایران با داده‌های ماهواره لندست ۸ (مطالعه موردی: جنگل خیرود)

قاسم رنود[۱*]، علی اصغر درویش‌صفت[۲] ، منوچهر نمیرانیان[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲- استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده :

مشخصه‌های کمی توده‌های جنگلی از جمله سطح مقطع برابر سینه، داده‌های با ارزشی برای ارزیابی منابع جنگلی به هستند. هدف از تحقیق حاضر، بررسی امکان برآورد مشخصه سطح مقطع درختان با استفاده از تصاویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ در توده‌های راش بخش گرازبن جنگل خیرودکنار است. به منظور جمع‌آوری داده‌های زمینی تعداد ۶۵ قطعه نمونه زمینی به صورت انتخابی هر کدام با ابعاد ۴۵×۴۵ متر برداشت شد. در هر قطعه نمونه، قطر برابر سینه تمام درختان قطورتر از ۷/۵ سانتیمتر اندازه‌گیری و ثبت شد. پس از پیش‌پردازش‌ها و پردازش‌هایی نظیر تبدیل تسلدکپ، نسبت‌گیری و ادغام بر روی تصاویر، مشخصه سطح مقطع برابر سینه به عنوان متغیر وابسته و ارزش‌های طیفی باندهای اصلی و باندهای مصنوعی حاصل از پردازش‌ها به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. ۷۰ درصد قطعات نمونه برای مدل‌سازی و ۳۰ درصد آنها برای اعتبارسنجی کنارگذاشته شدند. با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی چندگانه به روش گام‌به‌گام بهترین مدل رگرسیونی تولید و با استفاده از جذر میانگین مربع خطا (RMSE) و قطعات نمونه شاهد، مدل تولید شده مورد اعتبارسنجی قرار گرفت. بر اساس تحلیل همبستگی پیرسون، سطح مقطع برابر سینه بیشترین همبستگی را با باند مادون قرمز نزدیک (باند ۵) (r=۰/۳۸۹) دارد. نتایج اعتبارسنجی مدل حاصله برای برآورد سطح مقطع برابر سینه در این تحقیق حاکی از مناسب بودن آن در منطقه مورد مطالعه است؛ اما کم بودن ضریب تعیین مدل نشان‌دهنده‌ی تاثیرگذار بودن سایر عوامل بر میزان بازتاب در این توده‌ها است.

واژه‌های کلیدی : رگرسیون، سطح مقطع، لندست ۸، جنگل، برآورد

نویسنده مکاتبه کننده : قاسم رنود
آدرس پستی : کرج، بلوار چمران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل
تلفن : ۰۹۳۸۱۴۷۸۶۷۲
آدرس پست الکترونیک : Ronoud.q@ut.ac.ir

۱- مقدمه

سطح مقطع توده که به آن رویه‌ی زمینی نیز گفته می‌شود، یکی از مشخصه‌های کمی با اهمیت برای ارزیابی منابع جنگلی است[۱] که در تعیین درجه تراکم توده، موجودی توده و همچنین قضاوت در مورد چگونگی اجرای عملیات پرورشی و جنگلداری استفاده می‌شود [۲]. داشتن اطلاعات در مورد خصوصیات کمی جنگل از جمله سطح مقطع برابر سینه، برای مدیریت و بهره‌برداری از منابع جنگلی بسیار مفید می‌باشد [۳].

کسب اطلاعات به‌هنگام از وضعیت کمی و کیفی حاکم بر منابع جنگلی به منظور اعمال مدیریت صحیح بر این منابع از اولویت زیادی برخوردار است[۴]. داده‌های سنجش از دوری به دلیل دارا بودن مزایا و قابلیت‌هایی همچون هزینه‌های به مراتب کمتر، سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار، سهولت پردازش و به‌هنگام بودن داده‌ها نقش موثری در جمع‌آوری و تامین اطلاعات مورد نظر ایفا می‌کنند[۴]. از سوی دیگر در مواقعی که داده‌های سنجش از دوری با مشخصه‌های اندازه‌گیری شده میدانی، همبستگی خوبی داشته باشند، استفاده از فناوری سنجش از دور گامی مهم برای کاهش هزینه‌های آماربرداری و پایش جنگل است[۱]، چرا که جمع‌آوری داده از طریق اندازه‌گیری‌های میدانی بسیار زمان‌بر و پرزحمت است و آماربرداری در سطوح وسیع جغرافیایی عملا امکان‌پذیر نیست[۵].

مطالعات متعددی با داده‌های سنجش از دوری و روش‌های مختلف آماری، در ایران و خارج از کشور به برآورد مشخصه‌های کمی جنگل پرداخته‌اند. [۶] با استفاده از داده‌های سنجنده ASTER[1] و الگوریتم CART[2] در جنگل شصت کلاته گرگان، به برآورد مشخصه‌های کمی جنگل‌های این منطقه پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داده است که بهترین مدل برای مشخصه رویه زمینی (سطح مقطع)، دارای ضریب تعیین تعدیل شده ۰/۷۳ و مقدار RMSE[3] و اریبی ۳۸/۶۷ و هشت درصد است. نتایج این تحقیق به طور کلی نشان داد که داده‌های طیفی این سنجنده برای برآورد مشخصه‌های کمی مورد بررسی، دارای قابلیت متوسطی هستند. [۷] در ۲۶۰۰ هکتار از جنگل‌های دارابکلای ساری به برآورد مشخصه‌های حجم، سطح مقطع و تعداد در هکتار با استفاده از داده‌های سنجنده ASTER پرداختند. این پژوهش نشان داد که مدل رگرسیون خطی باند NIR[4] و شاخص گیاهی MSAVI2[5]، بهترین نتایج را با مقدار ضریب تعیین اصلاح شده ۸۰/۵ و مجذور میانگین مربعات خطای ۴/۰۲ مترمربع در هکتار بهتر توانسته است سطح مقطع برابر سینه را پیش بینی نماید. [۱] در جنگل‌های شهرستان بانه، امکان برآورد مشخصه‌های تعداد در هکتار و سطح مقطع برابر سینه را با تصاویر ماهواره IRS-P6 مورد بررسی قرار داده است. در این تحقیق ضریب تعیین بهترین مدل برآوردکننده‌ی سطح مقطع و تراکم به ترتیب ۰/۴۲ و ۰/۳۱ با استفاده از متغیرهای پیش‌بینی کننده‌ی (باندهای اصلی و شاخص‌های گیاهی) حاصل شده است. مقادیر RMSE و اریبی بهترین مدل‌ها در این تحقیق به ترتیب ۴۰ و ۱/۲۷ درصد برای سطح مقطع و ۴۶ و ۹/۵ درصد برای مشخصه‌ی تعداد در هکتار به‌دست آمده است. [۸] با استفاده از داده-های سنجنده HRG ماهواره اسپات ۵، برخی از مشخصه‌های ساختاری جنگل را با روش رگرسیونی PLS[6] برآورد نمودند. نتایج آنها نشان داد که سطح مقطع برآوردی برای توده‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ به‌ترتیب دارای ضریب تعیین اصلاح شده ۷۴ و ۷۱ درصد و مجذور میانگین مربعات خطای ۴/۵۸ و ۲/۴۷ مترمربع در هکتار بود. [۹] با استفاده از داده‌های ASTER در شمال آفریقا به برآورد مشخصه‌های حجم سرپا، سطح مقطع برابر سینه، تعداد در هکتار و ارتفاع توده انجام پرداختند. آنها نتیجه گرفتند که مشخصه‌های مذکور با باند مادون قرمز نزدیک و شاخص MSAVI2 ارتباط معنی‌دار بیشتری به ترتیب با ضرایب تعیین اصلاح شده ۰/۵۱، ۰/۶۷، ۰/۶۵ و ۰/۵۳ دارند.

---

[1] Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)
[2] Classification And Regression Trees (CART)
[3] Root Mean Square Error (RMSE)
[4] Near Infra-Red (NIR)
[5] Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI)
[6] Partial Least Squares (PLS)

ماهواره لندست ۸ در تاریخ ۱۱ فوریه ۲۰۱۳ به فضا پرتاب شد. این ماهواره دو سنجنده Pushbroom دارد: سنجنده عملیاتی تصویرساز زمین (OLI[۷]) و سنجنده حرارتی مادون قرمز (TIRS[۸]). این دو سنجنده اطلاعات رقومی را برای ۹ باند با طول موج کوتاه و دو باند حرارتی جمع‌آوری می‌کنند. محدوده طیفی باند پانکروماتیک بر خلاف باند پانکروماتیک لندست ۷، بخش مادون قرمز نزدیک را پوشش نمی‌دهد بلکه فقط محدوده طیفی مرئی را شامل می‌شود. یکی دیگر از ویژگی‌های منحصر به فرد ماهواره لندست ۸ این است که برای تصحیح هندسی تصاویر لندست ۸ علاوه بر استفاده از نقاط کنترل زمینی (GCP[۹]) از مدل رقومی ارتفاع[۱۰] (DEM) برای تصحیح اورتو (Orthorectification) استفاده شده است که باعث شده تا تطابق هندسی بی نظیری با پدیده‌های زمینی داشته باشد[۱۰].

از آنجا که ماهواره لندست ۸ با ویژگی‌های خاص به تازگی در مدار قرار گرفته است و تاکنون تحقیقی روی قابلیت‌های سنجنده آن جهت برآورد سطح مقطع برابر سینه انجام نشده است، هدف اصلی این پژوهش بررسی قابلیت داده‌های جدید سنجنده OLI در برآورد سطح مقطع برابر سینه توده‌های راش جنگل‌های شمال ایران است.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه جنگل آموزشی-پژوهشی خیرود، واقع در ۷ کیلومتری شهرستان نوشهر در استان مازندران بین ´۳۲ ۵۱ تا ´۴۳ ۵۱ طول جغرافیایی شرقی و´۲۷ ۳۶ تا ´۴۰ ۳۶ عرض شمالی قرار دارد. این جنگل دارای مساحتی حدود ۸۰۰۰ هکتار، حداقل ۵۰ و حداکثر ۲۲۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا می‌باشد. محدوده منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه پستی و بلندی آن (شکل۱) و نمایی از توده جنگلی قابل مشاهده است (شکل ۲). در این تحقیق از داده‌های سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ به شماره گذر ۱۶۴ و ردیف ۳۵ مربوط به تاریخ ۲۷ مرداد ماه سال ۱۳۹۳ هجری شمسی (۱۸ آگوست ۲۰۱۴ میلادی) استفاده شد. در مجموع تعداد ۶۵ قطعه نمونه مربعی شکل با ابعاد ۴۵×۴۵ متر در منطقه مورد مطالعه برداشت شد. در تمامی قطعات نمونه، نوع گونه و قطربرابرسینه همه‌ی درختان قطورتر از ۷/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. ابتدا با داشتن قطر برابر سینه، سطح مقطع برابر سینه هر درخت محاسبه شد.برای محاسبه این مشخصه، چنانچه فرم تنه درخت در ارتفاع برابر سینه، دایره‌ای شکل باشد، می‌توان با استفاده از رابطه‌ی ۱ با اندازه‌گیری قطر برابر سینه، سطح مقطع برابر سینه را محاسبه کرد. چنانچه فرم تنه بیضی شکل باشد به کمک اندازه‌های دو قطر بزرگ (d_1) و کوچک (d_2) از رابطه ۲ استفاده می‌شود [۲].

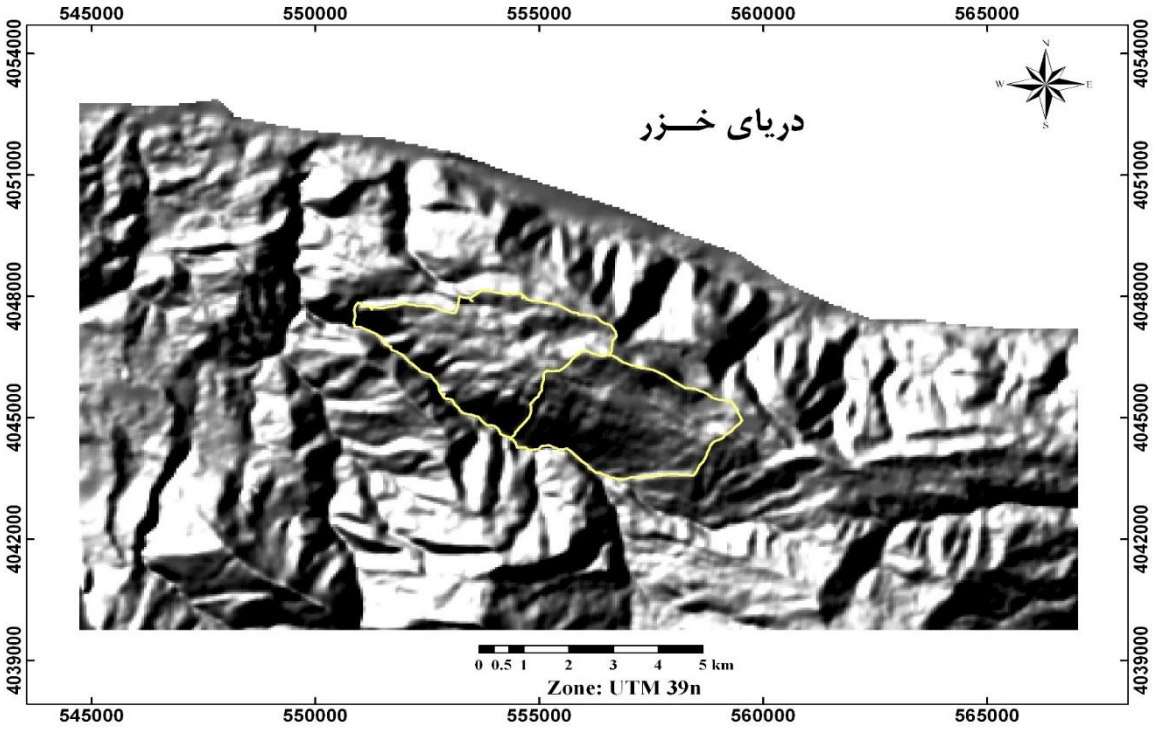
$$g = \frac{\pi}{4} d^2$$ رابطه (۱)

$$g = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d_1^2+d_2^2}{2}\right)$$ رابطه (۲)

که در آن g سطح مقطع برابر سینه به سانتیمتر مربع، d قطر برابر سینه به سانتیمتر، d_1 قطر بزرگ به سانتیمتر و d_2 قطر کوچک به سانتیمتر است.

پس از محاسبه سطح مقطع هر درخت، سطح مقطع توده به مترمربع در هکتار برای هر قطعه نمونه محاسبه شد.

[7] Operational Land Imager(OLI)
[8] Thermal Infra-Red Sensor (TIRS)
[9] Ground Control Points (GCP)
[10] Digital Elevation Models (DEM)



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه پستی و بلندی منطقه

شکل ۲- توده‌ی خالص راش در منطقه مورد مطالعه

کیفیت تصاویر مورد استفاده از نظر وجود خطاهای هندسی و رادیومتری مانند پیکسل‌های تکراری و وجود لکه‌های ابـر مورد بررسی قرار گرفت. به منظور استخراج هر چه بهتر اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای می‌توان آنها را مورد پردازش‌های

بارزسازی متعدد قرار داد. این پردازش‌ها که جنبه آماده‌سازی داده‌ها برای تجزیه و تحلیل دارند، باید متناسب با هدف، منطقه‌ی مورد مطالعه و نوع داده‌ها تعیین و اجرا شوند. پردازش‌های انجام شده در این تحقیق عبارتند از: نسبت‌گیری، ادغام به دو روش تحلیل مولفه اصلی (PCA) و تبدیل فضای رنگ و تبدیل تسلدکپ.

برای بررسی همبستگی بین سطح مقطع برابر سینه و ارزش‌های طیفی متناظر، از تحلیل همبستگی پیرسون استفاده شد. مدل‌سازی به روش رگرسیون چندمتغیره خطی گام‌به‌گام (Stepwis Regression) انجام شد. به منظور اعتبارسنجی مدل‌های رگرسیونی، حدود ۳۰ درصد داده‌ها (۲۰ قطعه نمونه) به صورت تصادفی انتخاب و به عنوان مجموعه داده‌های اعتبارسنجی از کلیه تجزیه و تحلیل‌ها کنار گذاشته شدند. با در اختیار داشتن مقادیر برآوردی (gi) و مقادیر واقعی سطح مقطع ($\widehat{gi}$)، با استفاده از آماره مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)، اعتبار مدل‌های رگرسیونی انتخاب شده مورد ارزیابی قرار گرفتند (رابطه ۳) [۱۱].

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{n-1}^{n}(gi-\widehat{gi})^2}{n}}$$ رابطه (۳)

$$RMSE_r = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{n-1}^{n}(gi-\widehat{gi})^2}{n}}}{\bar{y}} \times 100$$ رابطه (۴)

که در آن gi، $\widehat{gi}$ و $\bar{g}$ به ترتیب سطح مقطع برآورد شده، مشاهده شده و متوسط مشاهده شده در هر قطعه نمونه و n تعداد مشاهدات می‌باشد.

۳- نتایج

با رویهم‌گذاری لایه وکتوری جاده بر روی تصویر منطقه مشخص شد که تصاویر با لایه‌های مذکور کاملا همخوانی دارند و تصاویر نیازی به تصحیح هندسی ندارند. کمترین مقدار سطح مقطع در قطعات نمونه زمینی، برابر با ۲۴/۸۳ مترمربع در هکتار، بیشترین مقدار آن برابر ۵۴/۳۳ و میانگین آن ۳۷/۶۲ مترمربع در هکتار است.

تحلیل همبستگی پیرسون بین سطح مقطع در قطعات نمونه زمینی و ارزش‌های طیفی متناظر در باندهای اصلی و مصنوعی نشان می‌دهد که ضریب همبستگی در همه موارد غیر از باند آبی ساحلی (باند۱) مثبت است. در این میان، باند مادون قرمز نزدیک (باند۵) بیشترین میزان همبستگی (۰/۳۸۹) را با رویه زمینی دارد (در سطح ۹۹ درصد اطمینان معنی‌دار است). در همین سطح اطمینان، به‌ترتیب مولفه سبزینگی، باند مادون قرمز میانی اول (باند۶)، شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال‌شده و شاخص ساده گیاهی همبستگی نسبتا بیشتری با رویه زمینی دارند (جدول ۱).

جدول ۱- متغیرهای دارای بیشترین همبستگی با سطح مقطع برابر سینه

متغیر دورسنجی	OLI5	Greeneess	OLI6	NDVI	VI
ضریب همبستگی	۰/۳۸۹**	۰/۳۷**	۰/۳۵۴**	۰/۳۴۱**	۰/۳۲۸**

**: همبستگی در سطح ۹۹ درصد اطمینان معنی‌دار است. (OLI5- OLI6: باندهای پنج و شش سنجنده OLI، VI: شاخص ساده گیاهی، NDVI: شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال‌شده، Greeneess: مولفه سبزینگی تبدیل تسلدکپ

تحلیل رگرسیون خطی چند متغیره به روش گام‌به‌گام بین سطح مقطع و تمام متغیرهای دورسنجی اعم از باندهای اصلی و مصنوعی، نشان داد که مدل تشریح شده در جدول ۲ با مقدار ضریب تعیین تعدیل شده ۰/۱۶۵ و اشتباه معیار ۶/۷ مناسب‌ترین مدل است. نکته قابل ملاحظه در این مدل این است که از میان تمام متغیرهای استفاده شده، باند مادون قرمز نزدیک (باند۵) معنی‌دار شناخته شده است و سایر متغیرها وارد مدل نهایی نشده‌اند، لذا مدل حاصله از رگرسیون چند متغیره خطی به روش گام‌به‌گام، مدل رگرسیونی یک متغیره خطی ساده است.

جدول ۲- نتایج تحلیل رگرسیونی خطی برای برآورد رویه زمینی (رگرسیون یک متغیره خطی ساده بین رویه زمینی و باند مادون قرمز نزدیک (باند۵))

نوع مدل	ضریب تعیین (R^2)	ضریب تعیین تعدیل شده (R^2_{adj})	اشتباه معیار برآورد (SEE)	مدل
رگرسیون خطی	۰/۱۸۴	۰/۱۶۵	۶/۷	**۳۷۶/۳۱ B5 – ۰۰۴/۰g =**

بر اساس نتایج تجزیه واریانس رگرسیون، فرضیه نامناسب بودن مدل رگرسیونی با اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود (P<۰/۰۵) (جدول ۳). نتیجه آزمون ضریب رگرسیونی و عرض از مبداء مدل در جدول ۴ آمده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس رگرسیون یک متغیره خطی ساده بین سطح مقطع و باند مادون قرمز نزدیک

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F آماره	مقدار P (P. Value)
رگرسیون	۴۳۹/۳۹	۱	۴۳۹/۳۹	۹/۷۱۷	۰/۰۰۳
باقیمانده	۱۹۴۴/۴۳۵	۴۳	۴۵/۲۱۹		
کل	۲۳۸۳/۸۲۵	۴۴			

متغیر وابسته: سطح مقطع برابر سینه

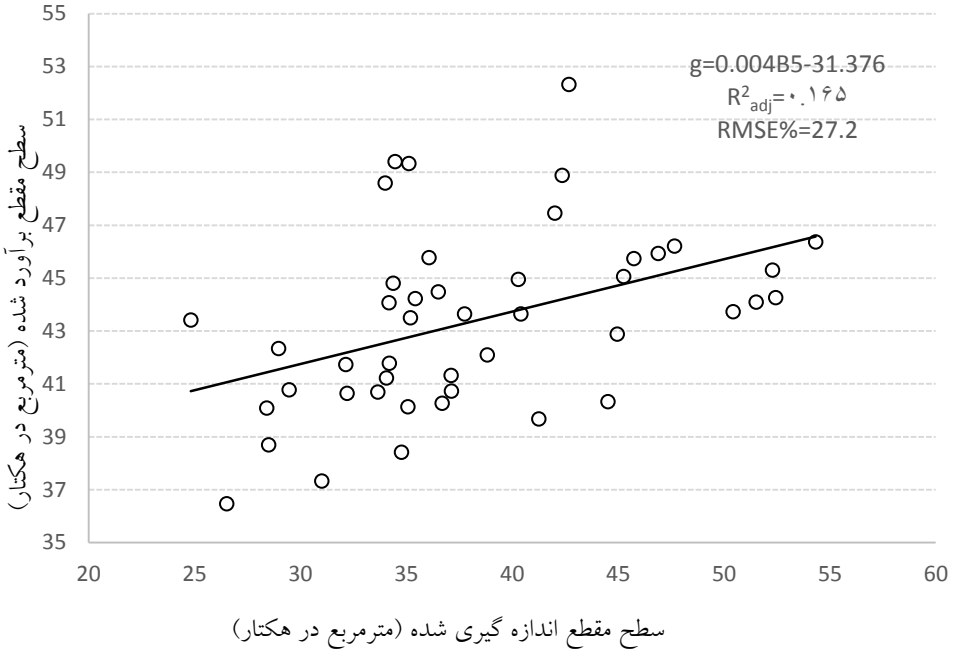
جدول ۴- ضرایب رگرسیون یک متغیره خطی ساده بین سطح مقطع و باند مادون قرمز نزدیک و آزمون معنی‌دار بودن آن

مدل	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	t آماره	مقدار P
	B	خطای معیار	Beta		P. Value
عدد ثابت	-۳۱/۳۷۶	۲۲/۳۶۳		-۱/۴۰۳	۰/۱۶۸
B5	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۴۲۹	۳/۱۱۷	۰/۰۰۳

متغیر وابسته: سطح مقطع برابر سینه

همانطور که قبلا نیز بیان شد، اعتبارسنجی این تحقیق با استفاده از ۲۰ قطعه نمونه شاهد و با استفاده از مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) صورت گرفت. بر اساس این اعتبارسنجی مقدار RMSE=۹/۸۳ مترمربع در هکتار

(RMSE% =۲۷/۲) است. ابر نقاط مقادیر رویه زمینی اندازه‌گیری شده در برابر مقادیر رویه زمینی برآورد شده با رابطه رگرسیونی به دست آمده در این پژوهش (مدل تشریح شده در جدول ۲) در شکل ۳ آمده است.



شکل ۳- مقادیر سطح مقطع اندازه‌گیری شده در برابر مقادیر سطح مقطع برآورد شده

۴- بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مطالعه بررسی قابلیت سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ در برآورد سطح مقطع (رویه زمینی) در راشستان‌های خالص جنگل خیرودکنار می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که باند مادون قرمز نزدیک (باند۵) برای برآورد این مشخصه بسیار مناسب است.. مثبت بودن همبستگی بین متغیرهای وابسته و مستقل این تحقیق نشان می-دهد که هر قدر رویه زمینی بیشتر باشد، بازتاب انرژی از پوشش گیاهی بیشتر است. توده‌های راش مورد مطالعه در این تحقیق در مرحله سنی جوانی تا میانسالی قرار دارند، دو تا سه آشکوبه هستند و تاج پوشش نسبتا بسته‌ای دارند و بازتاب پوشش کف جنگل یا بازتاب خاک، به دلیل تراکم بالای تاج پوشش قابل ثبت توسط سنجنده نیست، لذا میزان بازتاب از این درختان با افزایش سطح مقطع بیشتر می‌شود. ترکیب خطی باند مادون قرمز نزدیک بهترین نتایج را با مقادیر ضریب تبیین تعدیل شده ۰/۱۶۵ و مجذور میانگین مربعات خطای ۹/۸۳ مترمربع در هکتار (۲۷/۲ درصد) ارائه کرد. در فرآیند برآورد زیتوده جنگل، منابع عدم قطعیت متعددی وجود دارد که می‌توانند در مدل‌سازی برآورد زیتوده، انباشته و گسترده گردند. درک، کمی‌سازی و رفع عدم قطعیت‌ها برای کاهش مقدار RMSE ، افزایش مقدار ضریب تبیین تعدیل شده و در نتیجه بهبود مدل‌های برآورد ضروری است [۱۲].

به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که داده‌های این سنجنده قادر هستند رویه زمینی را با دقت به نسبت خوبی برآورد کنند و فرضیه برآورد رویه زمینی با این تصاویر در چنین توده‌هایی را تقویت نمود. هرچند که ایجاد مدل‌های رگرسیونی بر اساس داده‌های سنجش از دوری متداول است، ولی قابل تعمیم به دیگر مناطق نیست. لذا توصیه می‌شود که در گام اول برآورد در توده‌های خالص گونه‌های دیگر جنگل‌های شمال کشور مورد بررسی قرار بگیرد. در صورت مناسب بودن مدل‌های برآورد در این توده‌ها، در مراحل بعدی برآورد رویه زمینی در توده‌های آمیخته نیز مورد تحقیق واقع شود.

مراجع

[1] M. Pir Bavaghar, "Evaluation of capability of IRS-P6 satellite data for predicting quantitative attributes of forests (case study: Northern Zagros forests)", Iranian Journal of Forest, Vol.3, No.4, 2011, pp. 277-289.

[2] M, Namiranian. "Measurement of tree and forest biometry" Tehran: university of Tehran Press, 620p, 2009.

[3] D., Lu, P. Mausel, E. Brondizio & E. Moran, "Relationships between forests stand parameters and landsat TM spectral responses in the Brazilian Amazon Basin", *Forest Ecology and Management*, 198, 2004, 149-167.

[4] R. Khorrami, A. A. Darvishsefat, and M. Namiranian, "Investication on the Capability of Landsat7 ETM+ data for Standing Volume Estimation of Beech Stands (Case Study: Sangdeh Forests)". Journal of the Iranian Natural Res., Vol. 60, No. 4, 2008, pp.1281-1289,

[5] D., Seidel, S., Fleck, C., Leuschner, T., Hammett, "Review of ground-based methods to measure the distribution of biomass in forest canopies". *Annals of Forest Science 68*, 2011, 225-244.

[6] N. Noorian, Sh. Shataee, J. Mohammadi and S. Yazdani, "Estimating forest structural attributes by means of ASTER imagery and CART algorithm (Case study: Shastkolateh forest, Gorgan)", Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol. 22 No. 3, 2014, pp. 434-446.

[7] S., Kalbi, 2011. "Estimation of forest structural attributes using ASTER and SPOT-HRG data (Case study: Darabkola forest)". M. Sc- thesis, Department of Forestry, Sari University of Agricultural Sciences & Natural Resources, 107p (In Persian).

[8] T.P., Wolter, P.A. Townsend, and B.R., Sturtevant, "Estimation of forest structural parameters using 5 and 10 meter SPOT-5 satellite data". Remote Sensing, 2009, 113: 2019-2036.

[9] M.T., Gebreslasie, F.B., Ahmed, A.N. Jan, and V. Adrdt, "Predicting forest structural attributes using ancillary data and ASTER satellite data". International Journal of Applied Earth Observation and Geo Information, 2010, 125: 523-526.

[10] - D. P., Roy, M. A., Wulder, T. R., Loveland, C. E., Woodcock, R. G., Allen, M. C Anderson,., ... & Zhu, Z.. "Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research". *Remote Sensing of Environment*, 2014, *145*, 154-172.

[11] A, Rezaei, and A. Soltani, "Introduction to applied regression analysis": Isfahan, Isfahan University of Technology Press, 294p, 2003.

[12] G., Wang, M., Zhang, G.Z., Gertner, T., Oyana, R.E., McRoberts, and H, Ge, "Uncertainties of mapping aboveground forest carbon due to plot locations using national forest inventory plot and remotely sensed data". *Scandinavian Journal of Forest Research 26*, 360-373, 2011.

Evaluation of capability of Landsat 8 satellite data for estimation basal area in Fagus orientalis stands in Hyrcanian forests (case study: Khyroud forest)

Ronoud , Gh. [1*] **Darvishsefat, A.A.**[2], **Namiranian, M.** [2]

1- Ms.c student, Faculty of Natural Resources, Department of Forestry and Forest Economics, University of Tehran, Karaj-Iran
2- Professor in Department of Forestry and Forest Economics, University of Tehran

Abstract

Forest stands quantitative characteristic such as basal area (g) are important data for evaluating forest resources. The target of this investigation is evaluating of Landsat 8 satellite data capability to estimation basal area in pure beech stands in Khyroud forest. For estimation of basal area, 65 sample plots with dimensions of 45m × 45m were laid out in the field. In each sample plot, diameter at the breast height (DBH) of trees higher than 7.5cm was measured. After preprocessing and processing like Tasseled Cap transform, Band ratio and Fusion on images, basal area characteristic as a dependent variable and spectral values from main and artificial band as an independent variable considered. 70% plots for modeling and 30% plots is considered for evaluating. Using stepwise linear regression analysis, best model is produced and using RMSE is evaluated. According to Pearson correlation coefficient, basal area have high correlation with near infrared band (NIR) (r=0.389). Results of evaluating model for estimation basal area show the effectiveness of this data in this site but low Pearson coefficient expresses that the other factors influence in reflection of this stands.

Keywords: Basal Area, Estimation, Forest, Landsat 8-OLI, Regression Analysis

Correspondence Address: Dept. of Forestry and Forest Economics, University of Tehran, Karaj-Iran,
Tel: +98 9381478672.
Email: Ronoud.q@ut.ac.ir